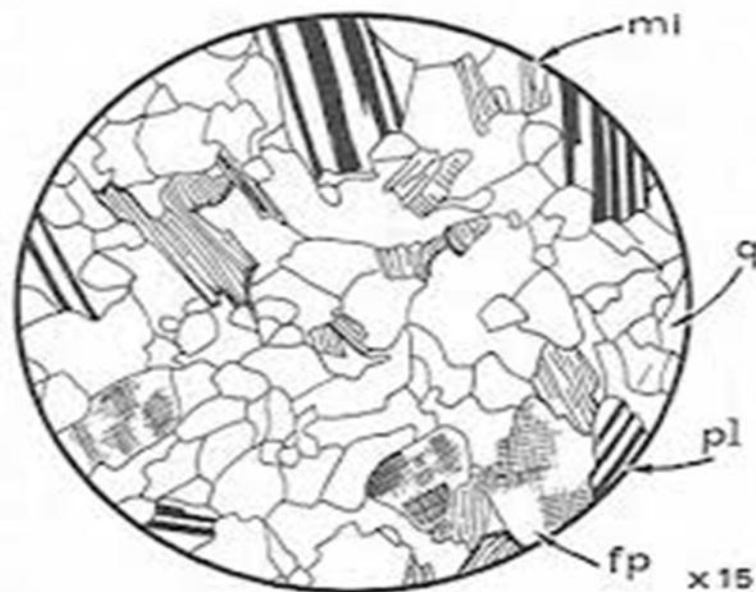




COURS DE PETROLOGIE MAGMATIQUE

STU-S3



©Droits réservés
Showmini

2012-2013

I. Introduction

Les roches magmatiques résultent de la solidification après refroidissement des matériaux.

Ce sont des roches d'origine profonde, on dit aussi d'origine interne, on dit qu'elles sont des roches **endogènes** par opposition des roches d'origine externe, on dit **exogènes »» Roches sédimentaires.**

Les magmas sont des liquides visqueux composés d'un mélange de silicates froids, ils contiennent en suspension des cristaux et en en solution une certaine quantité des gaz ($H2S$, $H2O$, $CO2$), des enclaves et des minéraux résiduels de la roche qui a subit la fusion.

Les magmas se forment à des niveaux assez profonds par la **fusion partielle** du manteau supérieur, ou par fusion de la partie inférieure de la croute terrestre.

La croute inférieure de composition granitique engendre par fusion du Granite leucocrate.

II. Cause de la fusion du manteau

La fusion du manteau se fait par :

- Décomposition, diminution de la pression
- Hydratation (Diagramme de fusion et cristallisation des liquides basaltiques en fonction de la T et la P, voir planche)

La fusion par décomposition se fait au niveau des rides médio-océaniques, par contre la fusion par hydratation se produit au niveau des zones de subduction.

III. Propriétés physiques du magma

Les propriétés physiques de magma en particulier (densité, température et viscosité) dépendent de plusieurs facteurs, savoir la composition chimique, le pourcentage des cristaux en suspension, la teneur en gaz dissous et la température.

1. La densité

Les températures de liquide pour la majorité des magmas varient entre 700 et 1200°C. 700°C est la T des liquides granitiques (riches en gaz et H_2O), 1200°C est la T des liquides basaltiques (pauvre en H_2O).

2. La viscosité

- La viscosité est la résistance à l'écoulement ;
- La viscosité d'un magma dépend du T et de la composition en particulier, la teneur en silice et la quantité de gaz dissout ;
- La viscosité d'un magma diminue quand la température augmente ;
- La viscosité augmente quand les teneurs en SiO_2 augmente (voir figure)
- Plus un magma est visqueux, moins il se comporte comme un liquide.

3. La densité

- La densité volumique ou la masse volumique exprime la masse d'un volume donné d'un corps en g/m^3 ;
- La densité d'un magma dépend de la composition chimique de la lave ;
- La T à un effet faible sur la densité, les magmas basaltiques pauvres en en silice et riche en [Fe, Mg] ont une densité forte que celles des magmas granitiques riches en silice et pauvres en [Fe, Mg].

IV. Gisement des roches magmatiques

Les magmas forment en profondeur et montent vers la surface.

- On appelle gisement l'emplacement où ont eu la solidification et le refroidissement du magma pour donner une roche magmatique (consolidée). Quand le magma arrive en surface, il y a formation

d'un volcan avec un cône volcanique composé de lave et de dépôts pyroclastiques (brèche, tufs et cendres volcaniques) ;

- Un magma qui s'arrête en profondeur donne naissance à des roches magmatiques plutoniques et filoniennes qui forment des gisements en intrusions sous forme de pluton, sille ou filon ;
- Les roches volcaniques qui arrivent en surface subissent un refroidissement rapide, les roches qui cristallisent en profondeur subissent refroidissement lent ;
- Le mode de gisement et la vitesse de refroidissement du magma déterminent l'architecture des roches magmatiques (forme des cristaux à l'intérieur des roches).

V. Texture des roches magmatiques

La texture d'une roche se définit par la taille du grain moyen et par l'agencement des cristaux entre eux.

La texture d'une roche magmatique dépend de la vitesse de refroidissement du magma, exception des pegmatites.

Les roches volcaniques ont une texture différente de celle des roches plutoniques et filoniennes.

1. Texture des roches volcaniques

Les roches volcaniques résultent de la solidification des magmas refroidit rapidement à la surface du globe, le refroidissement rapide empêche la formation des minéraux. Ils composent entièrement de verre volcanique ou des minéraux de petite taille et de verre volcanique.

i. Texture hyaline ou vitreuse

Caractérise les roches formées presque entièrement par du verre volcanique, ce type de texture résulte d'un refroidissement brutal très rapide.

ii. Texture microlitique

La roche est composée par des petits cristaux en baguette qu'on appelle des microlites, ce sont des cristaux visibles et reconnaissables au microscope.

iii. Texture microlitique fluidale

Les microlites sont orientés dans une même direction qui peut montrer le sens d'écoulement de la lave.

En générale les roches volcaniques contiennent des cristaux millentriques »» **Phénocristaux**

Certaines roches volcaniques présentent un aspect vésiculaire dû à des vacuoles de dégazage.

Exemples des roches volcaniques : Basalte, Andésite, Rhyolite… etc.

2. Texture des roches plutoniques

Résultent d'un refroidissement long, composée par des minéraux qui ont eu suffisamment de temps pour cristalliser.

- Les roches sont entièrement cristallisée, ne contient pas de verre.
- Roches holocristallins avec des textures dites **grenues**. Dans ce type de texture les minéraux sont bien cristallisés et bien visibles à l'œil nue, en une taille moyenne de 5mm, parfois une roche grenue contient des megacristaux de taille centimétrique (1 à 2cm), la texture se qualifie de **grenue porphyroïde**.
- Ex de roche plutonique : Gabbro, Diorite, Granite…etc.

3. Textures des roches filonienne

Les filons, dyke o sille, sont des intrusions de faible épaisseur (quelques mètres) qui ont subies un refroidissement moyen.

Les roches filoniennes sont entièrement cristallisées mais les minéraux sont de très petite taille, en moyenne 1mm, dit texture **microgrenue**, si la roche contient des minéraux de grand taille la texture est dite **microgrenue porphyrique**.

Dans une caisse filonienne la texture est très fine aux bordures, elle devient de plus en plus grossière en allant vers le centre du filon.

Les pegmatites sont des roches filoniennes avec des minéraux de très grande taille (quelques cm à plusieurs dizaines de cm), les pegmatites associées au granite se composent de Qz, Fth, orthose, muscovite et tourmaline.

Ex des roches filoniennes : Dolérite, microdiorite, microgranite.

VI. La composition chimique des roches magmatiques

La composition des roches magmatiques en générale se donne en pourcentage d'oxydes majeurs.

Le pourcentage d'un élément majeur doit être supérieur à 1%, s'il est inférieur à 1% il est mineur.

- SiO_2
- Fe, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, MnO, P_2O_5

Dans la plupart des roches magmatiques, la somme des pourcentages des éléments majeurs varie entre 97% et 99,5%, la différence par rapport à 100% correspond à la perte au Feu (PF), la perte au feu correspond au gaz et H_2O contenu au roche.

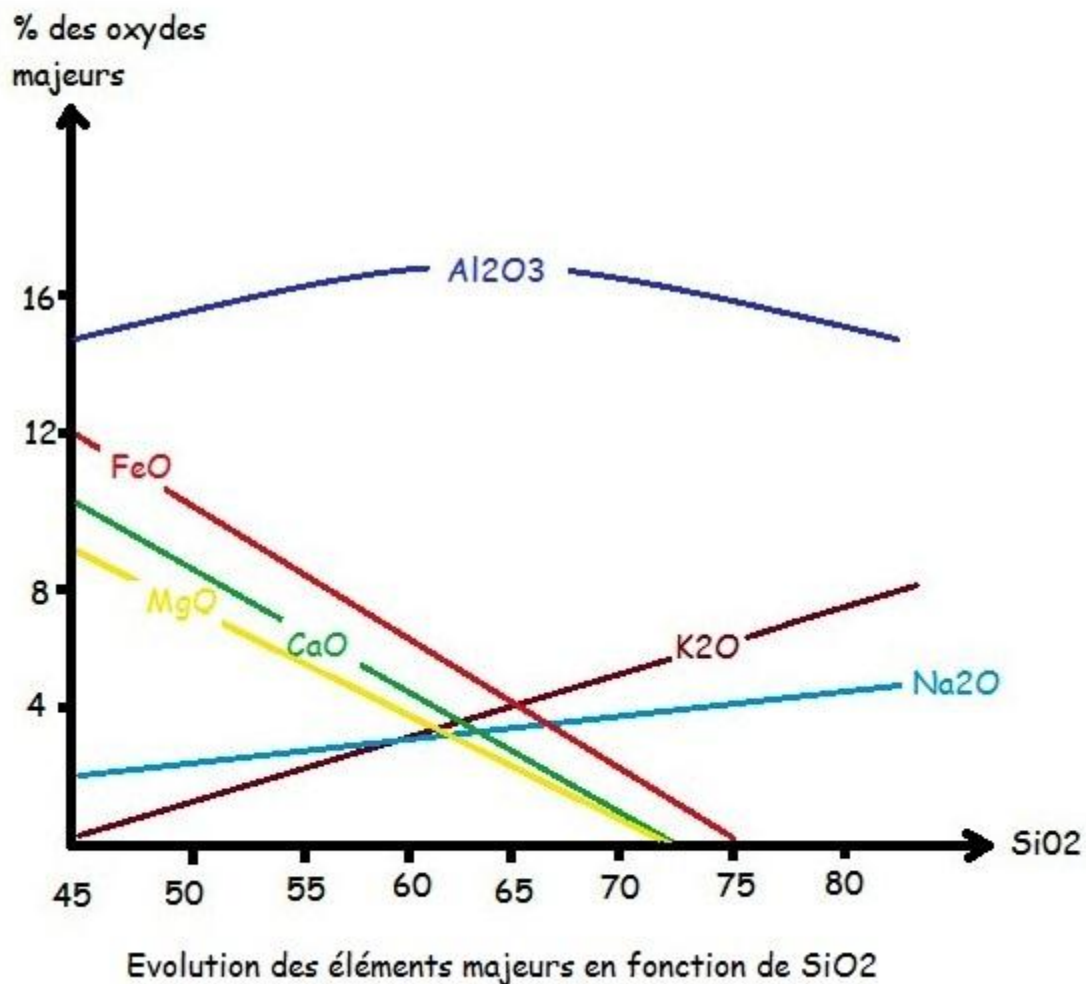
VII. Evolution des éléments chimiques en fonction de SiO_2

En fonction de la teneur en SiO_2, on divise les roches magmatiques en trois catégories :

- Les roches **acides** : $SiO_2 > 65\%$
- Les roches **intermédiaires** : $52\% < SiO_2 < 65\%$
- Les roches **basiques** : $45\% < SiO_2 < 52\%$

La silice principale, constitue les roches magmatiques, augmente progressivement en allant des roches basiques vers les roches acides, des évolutions des oxydes majeurs en fonction de SiO_2 se traduit par une augmentation de teneur en alcalin diminution en effet de FeO, CaO, MgO.

L'alumine Al_2O_3 montre une évolution stable avec une légère augmentation au niveau des roches intermédiaires.



Evolution des éléments majeurs en fonction de SiO2

Pour les roches basiques, ils sont pauvres en alcalin et en silice mais riches en Fer, Magnésium, MnO et CaO, sur le plan minéralogique se traduit par un enrichissement en minéraux ferromagnésiens et les plagioclases calciques.

Ces roches contiennent très peu de Fths alcalin et rarement du Qz.

Ex : Gabbro à olivine contient 8% d'olivine, 40% de pyroxène et 45% de plagioclase.

Les roches acides sont pauvres en minéraux colorés, leur plagioclase est riches en albite (Ab) et contient du Qz et du Fth potassique.

Ex : Granite contient au moyen 40% du Qz, 32% d'orthose, 18% de plagioclase et environ 10% de biotite.

1. Différentes séries magmatiques

La distribution des séries magmatiques à l'échelle du globe terrestre n'est pas au hasard.

Les activités magmatiques sont étroitement liées à la tectonique des plaques lithosphériques.

La nature d'un magma caractérise un environnement géodynamique bien déterminé.

Les principales zones de production du magma sont :

- Les **zones de distension** ou **zone de convergence,** c'est le cas des rifts et surtout des rides médio océaniques.
- Les **zones de déchirures interplaque profonds,** c'est le cas de cisaillement profonds et failles transformantes.

Les roches des zones de subduction sont représentées par de basalte, andésite, dacite et rhyolite avec prédominance des roches intermédiaires et acides, c.-à-d. prédominance des andésites et rhyolites.

Les roches de même environnement ont une même origine, on dit qu'ils sont **cogénitiques** et forment une meme série, dans le cas des zones de subduction on l'appelle **série calcoalcaline.**

Les roches des zones de distension (rift, ride) sont dominées par des basaltes avec peu des roches intermédiaires et acides, ces roches forment la **série tholeïtique.**

Au niveau des failles transformantes, on trouve des roches à dominance de basalte riche en alcalin relativement pauvre en silice, ces roches appartient à la **série alcaline.**

»» Les séries magmatiques se distinguent par des diagrammes géochimiques utilisant les éléments majeurs et les éléments traces, comme le diagramme binaire alcalin/SiO2 et le diagramme ternaire AFM FeO (F), MgO (M), Na2o+KO2 (A)

Le diagramme alcalin/silice permet la séparation des roches de la série alcaline de celles des séries tholeïtique et calcoalcalin.

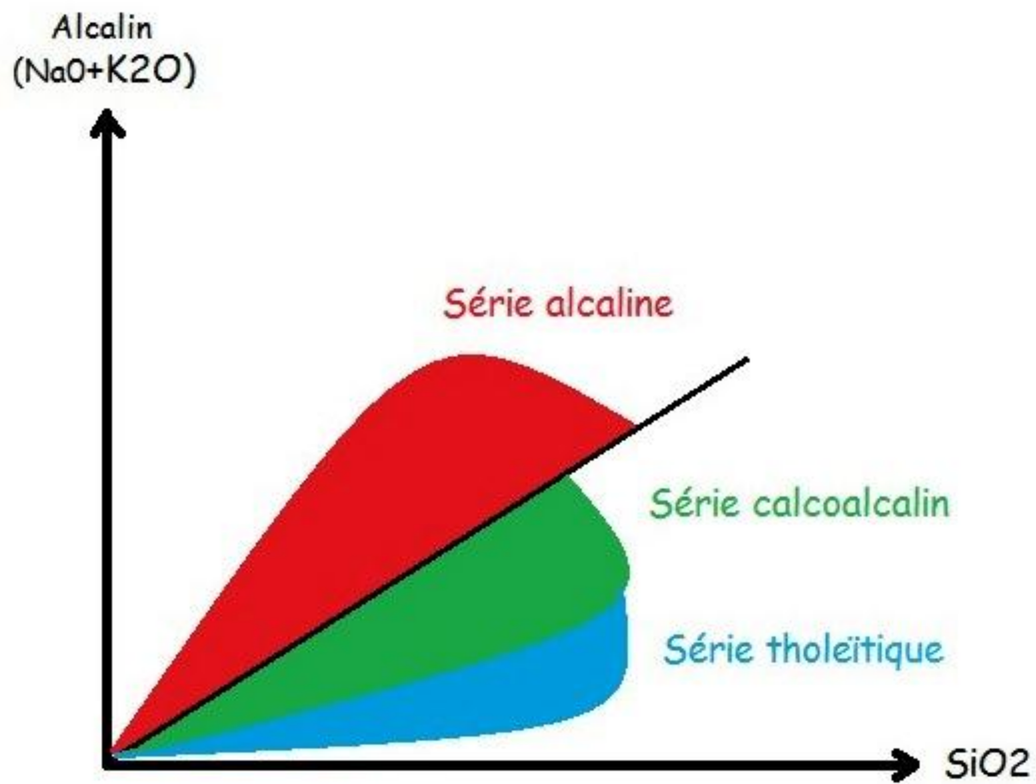
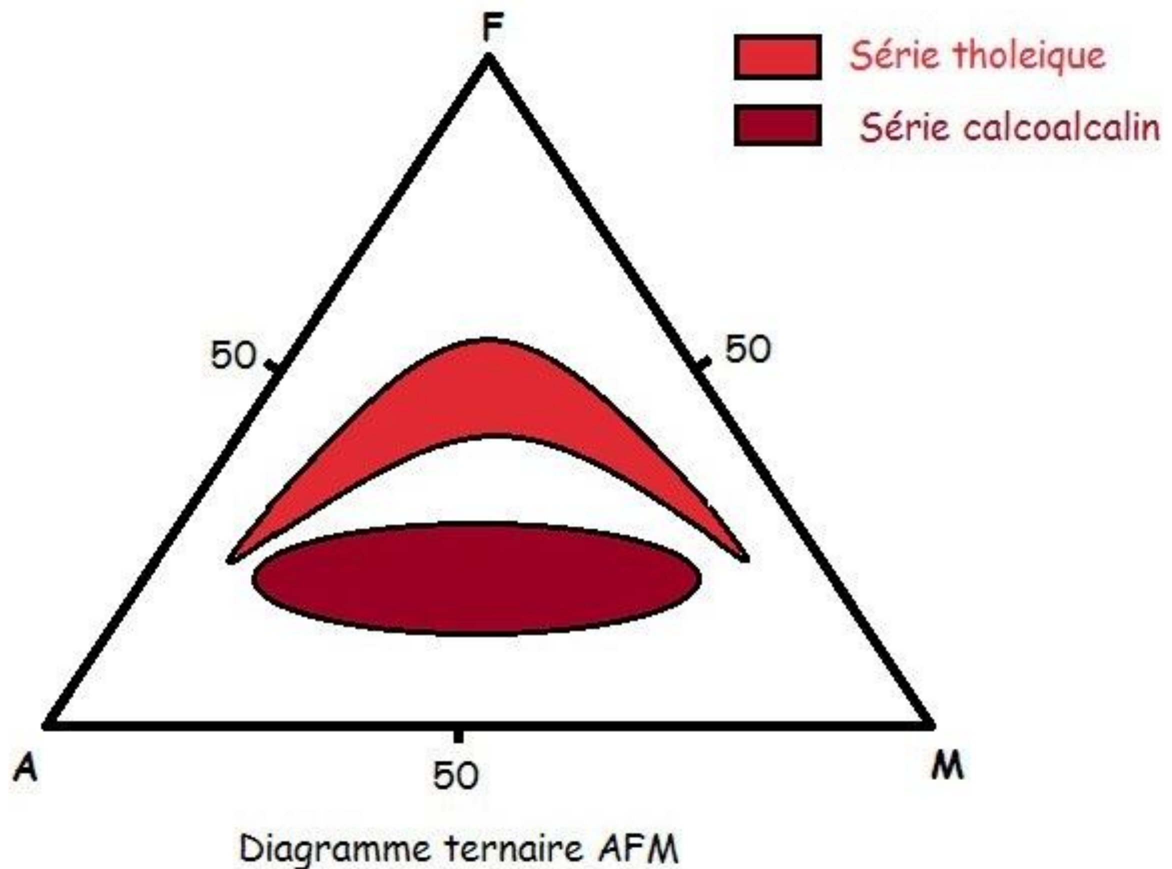


Diagramme binaire alcalin/silice



2. Composition minéralogique des roches magmatiques

Les roches magmatiques sont composées des minéraux magmatiques primaires principaux (99%) et des minéraux accessoires (1%), les minéraux principaux subdivisent en :

- Minéraux cardinaux : Qz, Fd (FK, plagioclase) et Feldspathoïdes sont claires.
- Minéraux essentiels : Ferromagnésiens (olivine, biotite, muscovite, pyroxène et amphibole) colorés sauf la muscovite.

Les roches magmatiques qui ont subi des transformations secondaires, hydrothermales ou métamorphiques contiennent des minéraux secondaires issus de la transformation des minéraux magmatiques.

La présence des minéraux secondaires dans des roches magmatiques doit être signalée, ces minéraux n'interviennent pas à la classification magmatique.

Ex des roches secondaires : Iddingssite, chlorite, calcite…

VIII. Classification des roches magmatique

La classification dépend du mode de gisement, la composition chimique, la coloration et la composition minéralogique.

- **Mode de gisement :**

Le mode de gisement se déduit d'après la texture de la roche et permet de dire si la roche est volcanique, plutonique ou filonienne.

- **La composition chimique :**

Permet de dire si la roche est basique, intermédiaire ou acide.

- **La composition minéralogique :**

Permet de déterminer la saturation en silice de la roche.

- ✓ Roche sursaturée : Qz et Feldspath
- ✓ Roche saturée : Feldspath
- ✓ Roche sous-saturée : Feldspath et Feldspathoïdes

- **La coloration des roches magmatiques :**

La couleur dépend de la quantité des minéraux clairs par rapport à celle des minéraux sombres.

- ✓ Roche leucocrate : 0 à 30% des minéraux sombres.
- ✓ Roche mésocrate : 30 à 65% des minéraux sombres.
- ✓ Roche mélanocrate : 65 à 95% des minéraux sombres.
- ✓ Roche holomélanocrate : 95 à 100% des minéraux sombres.

1. Classification minéralogique qualitative

C'est une classification qui ne tient pas en compte les quantités des différents minéraux dans une roche.

2. Classification minéralogique quantitative

Il existe une seule classification quantitative internationale, classification de **Streckeisen** (1974), elle se base sur la quantité des chacun des minéraux d'une roche magmatique donnée.

La quantité d'un minéral était évaluée d'après le % de son volume par rapport au volume total de la roche, soit à l'aide d'un appareil approprié (compteur de point).

Exemple :

- ✓ Granite se compose de 40% Qz, 32% orthose, 18% plagioclase et 10% biotite.
- ✓ Gabbro à olivine se compose de 10% olivine, 43% pyroxène et 45% plagioclase.

Table des matières

I. Introduction 2
II. Cause de la fusion du manteau 2
III. Propriétés physiques du magma 2
1. La densité 3
2. La viscosité 3
3. La densité 3
IV. Gisement des roches magmatiques 3
V. Texture des roches magmatiques 4
1. Texture des roches volcaniques 4
2. Texture des roches plutoniques 5
3. Textures des roches filonienne 5
VI. La composition chimique des roches magmatiques 6
VII. Evolution des éléments chimiques en fonction de SiO2 6
1. Différentes séries magmatiques 8
2. Composition minéralogique des roches magmatiques 10
VIII. Classification des roches magmatique 11
1. Classification minéralogique qualitative 11
2. Classification minéralogique quantitative 11